

**В.К. Галіцин**, д-р екон. наук, проф.,  
**О.П. Суслів**, д-р екон. наук, проф.,  
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»,  
**О.М. Мезенцев**, канд. екон. наук,  
КФ ПВНЗ «Європейський університет»

## СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ КРИЗОВОГО СТАНУ НА ВАЛЮТНОМУ РИНКУ

Find similar papers at [core.ac.uk](http://core.ac.uk)

provided by Institutional Repository of Vadym Hetma

**АНОТАЦІЯ.** У статті описано модель, яка побудована з використанням еконофізичних методів дослідження впливу фінансових ринків на формування кризових явищ.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** модель, валютний ринок, кризовий стан, індикатор, аналіз, блок, показник.

**АННОТАЦИЯ.** В статье описана модель, которая построена с использованием эконофизических методов исследования влияния финансовых рынков на формирование кризисных явлений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** модель, валютный рынок, кризисное состояние, индикатор, анализ, показатель.

**ANNOTATION.** The paper describes a model that is built using econophysical methods of research, influence on the formation of the financial markets crisis.

**KEYWORDS:** model, currency market, crisis condition, indicators, analyze, index.

**Вступ.** Упродовж останніх десятиліть системним дослідженням природи і механізмів функціонування та розвитку економіки як складної системи, яка характеризується посиленням процесів глобалізації та інтеграції, наявністю постійних і часом несподіваних структурних зрушень, непередбачуваністю поведінки валютних ринків, несподіваними стрибками курсів валют, раптовими підйомами чи спадами, приділяється велика увага вченими-економістами усього світу, хоча ще багато явищ не знайшли свого пояснення. Зокрема це стосується дослідження кризових станів на валютному ринку.

**Аналіз публікацій з проблеми.** Класичні методи дослідження валютного ринку, що використовують сигнальний підхід [1, 2] або фрактальний аналіз [3] з метою дослідження валютного ринку, ґрунтуються на лінійних моделях, які неповністю відображають реальні процеси валютного ринку, не відповідають емпіричним фактам і не пояснюють кризи на фондових ринках або їх здатність до подальшої активізації. Тому виникає необхідність у пошуку нових підходів до вирішення даної проблеми.

**Мета статті** полягає у розробленні структурної моделі визначення кризового стану на валютному ринку з використанням технічного, статистичного, ентропійного, рекурентного, частотно-часового та фундаментального аналізу.

**Викладення основного матеріалу.** Системні дослідження складних соціально-економічних систем в умовах кризи дають підстави стверджувати, що теоретично вагомим та практично значущим результати можна одержати, розширивши традиційну лінійну парадигму принципово новими кількісними методами, заснованими на використанні екофізичних підходів до моделювання економічних процесів. Це цілком стосується і такої складної фінансово-економічної системи як валютний ринок.

З урахуванням викладеного розроблена структурна модель визначення кризового стану на валютному ринку з використанням технічного, статистичного, ентропійного, рекурентного, частотно-часового та фундаментального аналізу (рис. 1).

Вибір саме такого типу моделі зумовлений тим, що інструментарій кожного із наведених видів аналізу характеризується індивідуальними особливостями, відобразити які у єдиній економіко-математичній моделі аналітичного типу практично неможливо.

У блоках 1—5 і 9 здійснюється кожний із зазначених видів аналізу.

На методології даних методів аналізу визначаються індикатори, які й надають інформацію про стан валютного ринку та подальшого прогнозу. Отримана інформація додатково коригується у блоках 6 і 10, які виконують регулюючу функцію. На основі отриманої інформації і відповідного її коригування у блоках 7 і 8 визначається стан валютного ринку.

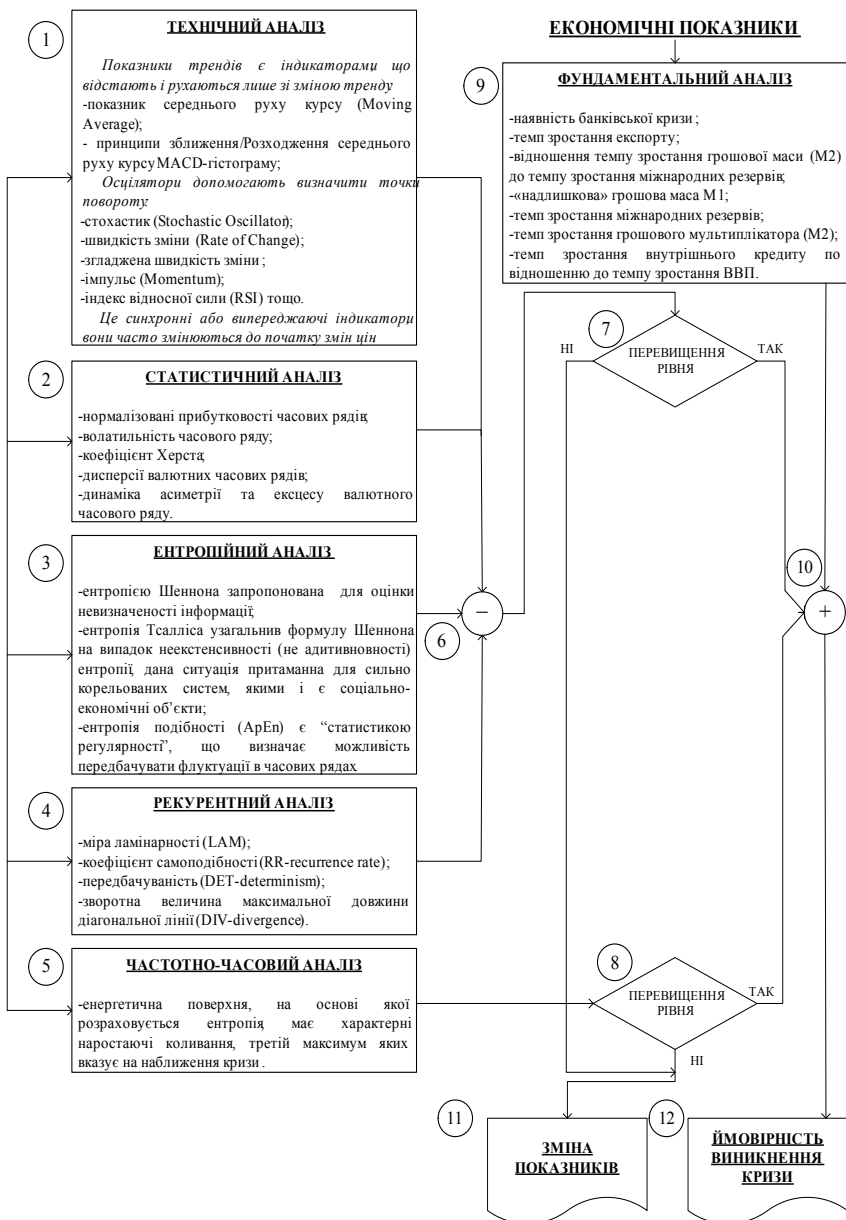


Рис. 1. Структурна модель визначення кризового стану на валютному ринку

Для визначення критичних рівнів використовується історична інформація, отримана з попередніх кризових станів валютних ринків.

У блоках 11 і 12 формується підсумкова інформація.

Основні індикатори, за допомогою яких здійснюється прогноз стану ринку, визначаються на основі статистичного та ентропійного аналізу.

У статистичному аналізі використовується інформація на базі центральних, змішаних моментів і показників варіацій. При цьому розраховуються такі індикатори:

- нормалізовані прибутковості часових рядів;
- волатильність часового ряду;
- коефіцієнт Херста;
- дисперсії валютних часових рядів;
- динаміка асиметрії та ексцесу валютного часового ряду.

Динаміка цих показників, які залежать від трендової та коливальної складової валютного часового ряду, дає змогу визначити як рівень ряду, так і його прогнозні значення.

У випадку використання часових рядів, які відображають валютну кризу, за допомогою ентропійного аналізу формується інформація про стан системи за показниками [4]:

- ентропії Шеннона

$$S = -k \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i ,$$

де  $p_i$  — вірогідність того, що значення часового ряду  $i$  зустрічається в послідовності довжини  $n$ ;  $k$  — розмірний множник;

- ентропії Тсалліса

$$S_q = - \sum_i (p_i^q \ln_q(p_i)) = (1 - \sum p_i^q) / (q - 1) ,$$

яка отримується із ентропії Шеннона при наявності «довгої пам'яті» часового ряду. У стандартному виразі для ентропії замість логарифма вводиться нова степенева функція  $\ln(x) \Rightarrow \ln_q(x) \Rightarrow (x^{1-q} - 1) / (1 - q)$ ;

— ентропії подібності ( $ApEn$ ) – «статистики регулярності», що визначає наявність повторюваних шаблонів (послідовностей певної довжини, побудованих із чисел ряду, що слідує одне за іншим) флуктуацій у часовому ряді і призводить до більшої перед-

бачуваності часового ряду порівняно із рядами, в яких повторюваність шаблонів відсутня. Порівняно велике значення  $ApEn$  показує ймовірність того, що подібні між собою шаблони спостережень не будуть слідувати один за одним;

— вейвлет-ентропії, заснованої на вейвлет-перетворенні вихідного ряду.

При розрахунку вейвлет-ентропії спочатку знаходиться поле енергій вейвлет-коефіцієнтів  $E_{ij} = C_{ij}^2$ , яке нормалізується середнім

квадратичним відхиленням вихідного часового ряду  $\tilde{E}_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sigma_t}$ .

Далі визначається розподіл щільності ймовірності енергій

$$p_{ij} = \frac{\tilde{E}_{ij}}{\tilde{E}_{tot}}, \text{ де } E_{tot} = \sum_i \sum_j \tilde{E}_{ij}.$$

Значення ентропії знаходяться за формулою

$$E_{ws} = - \sum_i \left( \left( \sum_j p_{ij} \right) \cdot \frac{\log_2 \sum_j p_{ij}}{\log_2 N} \right),$$

де  $\log_2 N$  — константа, що є нормуючим множником,

$N$  — кількість елементів часового ряду.

Проте, як і в статистичному аналізі, отримані значення залежать від трендової та коливальної складової. Так, за наявності тренду відбувається зростання ентропії, а при коливальних складових — навпаки. Тому перед кризою відбувається незначне короткочасне зниження, оскільки у процесі переважають коливання, з наступним підйомом при появі падаючого тренду.

Моделювання добре вивчених валютних криз 90-х років минулого століття і порівняно нових у цьому столітті показало, що у якості індикаторів кризи можна використовували ентропії Шеннона, Тсалліса і ентропію подібності, тоді як вейвлет-ентропія є індикатором-передвісником кризового явища.

На рис. 2 показано динаміку індикатора-передвісника, побудованого за розрахунком вейвлет-ентропії для української гривні і мексиканського песо у період валютної кризи кінця 2008 р. З рисунка видно, що вейвлет-ентропія має характерні наростаючі у передкризовий період коливання, третій пік з яких є передвісником валютної кризи.

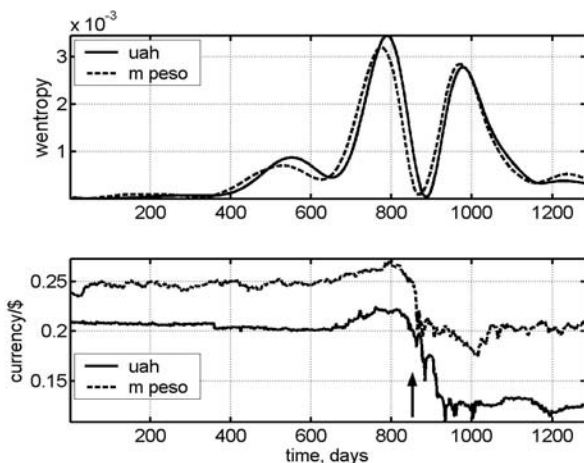


Рис. 2. Вейвлет-ентропія для гривні і мексиканського песо у період валютної кризи 2008 р.

Оскільки отримана інформація з попередніх двох аналізів є залежною від складових часового ряду, то вводяться коригуючі елементи, які базуються на елементах технічного, рекурентного та фундаментального аналізу.

Технічний аналіз часового ряду надає інформацію про наявність і зміну руху тренду. За ним розраховуються індикатори, які поділяються на дві групи: на групу, що відстає від тренду, та групу, яка рухається за ним. До цих показників відносяться:

показник середнього руху курсу (Moving Average);

показник зближення/розходження середнього руху курсу.

Осцилятори допомагають визначити точки повороту: стохастик (Stochastic Oscillator), швидкість зміни (Rate of Change), згладжена швидкість зміни, імпульс (Momentum), індекс відносної сили (RSI) тощо.

Осцилятори — це синхронні або випереджаючі індикатори, вони часто змінюються до початку зміни цін, а тому є прогностичними показниками.

Таким чином, якщо у ході технічного аналізу встановлено наявність зміни тренду, що веде до підвищення дисперсії, волатильності та інших показників, пов'язаних з різними моментами розподілу, тобто зі статистичним аналізом, рівень показників наявності виникнення кризи коригується у бік зменшення (блок 6), що призводить до підвищення рівня критичної границі у блоці визначення стану 7.

Рекурентний аналіз часового ряду валют надає інформацію про синхронізацію показників у часі та їх структуру, для чого використовуються такі індикатори:

- міра ламінарності LAM;
- коефіцієнт самоподібності (RR — recurrence rate);
- передбачуваність (DET — determinism);
- зворотна величина максимальної довжини діагональної лінії (DIV divergence).

На рис. 3 зображено графіки міри ламінарності різних валютних криз, аналіз яких указує на універсальність прояву кризових явищ. Кризовий стан є менш спокійним (ламінарним), ніж передкризовий, або післякризовий. Це і відображено на рисунку у вигляді «v-подібного» кризового проміжку.

Зміни цих мір передують кризи, а значить, дозволяють використовувати їх для побудови передвісників кризових явищ на валютному ринку.

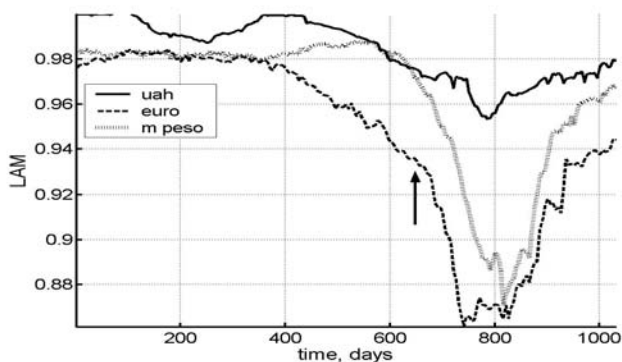


Рис. 3. Міра ламінарності гривні, євро і мексиканського песо (криза 2008 р.)

Отримана інформація про коливальну складову (зниження міри ламінарності) із проведеного аналізу та інші показники також використовуються для коригування даних ентропійного і статистичного аналізу (блок 6), та прийняття рішення стосовно стану системи у блоці 8.

Ще одним складовим елементом структурної моделі з визначення та прогнозування кризового стану валютного ряду є частотно-часовий аналіз. Цей аналіз побудований на вейвлет-перетворенні з наступним визначенням ентропії подібності. Результатом є енергетична поверхня, на основі якої розраховується ентропія, що має характерні наростаючі коливання, третій максимум яких ука-

зує на наближення кризи. Визначення рівня та прийняття рішення про кризовий стан відбувається у блоці 8.

Заключним етапом процесу визначення появи кризи є фундаментальний аналіз, який надає інформацію за такими індикаторами:

- наявність банківської кризи;
- темп зростання експорту;
- відношення темпу зростання грошової маси до темпу зростання міжнародних резервів;
- «надлишкова» грошова маса;
- темп зростання міжнародних резервів;
- темп зростання грошового мультиплікатора;
- темп зростання внутрішнього кредиту по відношенню до темпу зростання ВВП.

Фундаментальний аналіз використовується для більш тривалої часової перспективи і для подальшого коригування визначеної інформації у блоці 10. За наявності позитивної інформації коригування відбуваються у бік зростання з наступним виведенням результату до 12 модуля, де визначається як імовірність появи кризи, так і ступінь її глибини.

**Висновки.** Комплексне використання методів технічного, статистичного, ентропійного, рекурентного, частотно-часового та фундаментального аналізу у складі структурної моделі визначення кризового стану на валютному ринку дозволяє підвищити ступінь обґрунтованості прогнозу щодо виникнення небажаних змін на ньому.

### ***Література***

1. *Kaminsky G. Leading Indicators of Currency Crises / G. Kaminsky, S.Lizondo and C. Reinhart // IMF Staff Papers. — 1998. — Vol. 45 (March). — P. 1—48.*

2. Організаційно-методичні підходи до запровадження в НБУ системи оцінки стійкості фінансової системи : Інформаційно-аналітичні матеріали / за ред. д.е.н., проф. В.І. Міщенко, канд. екон. наук, доц. О.І. Кіреєва і канд. екон. наук М.М. Шаповалової – К.: Центр наукових досліджень НБУ, 2005. — 97 с.

3. *Frankel J.A. Currency Crashes in Emerging Markets : An Empirical Treatment / J. A. Frankel and A. K. Rose // Journal of International Economics. — 1996. — Vol. 41 (November). — P. 351—366.*

4. *Дербенцев В.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем / В.Д. Дербенцев., О.А. Сердюк., В.М. Соловійов., О.Д. Шарапов. — Черкаси: Брама — Україна, 2010. — 300 с.*

Стаття надійшла до редакції 05.10.2012 р.